

LCD device having pillar spacers in a cell gap receiving liquid crystal

Publication number: TW556035B

Publication date: 2003-10-01

Inventor: SASAKI TAKESHI (JP); HANNIUKI TAKAHISA (JP)

Applicant: NEC LCD TECHNOLOGIES LTD (JP)

Classification:

- International:

G02F/1/1335; G02F/1/1339; G02F/1/1368; G09F9/00;

G09F9/20; G09F9/25; G02F/1/362; G02F/1/13; G09F9/00; G09F9/30; G09F9/35; (IPC1-7); G02F/1/36

G02F/1/1339B

- European:

Application number: TW20020122505 20020830
Priority number(s): JP20010317593 20011016

Also published as:

US7133110 (B2)

US2003071956 (A1)

KR20030031842 (A)

JP2003121859 (A)

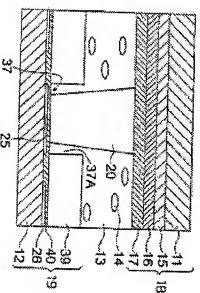


Abstract of TW556035B

An LCD device includes a plurality of pillar spacers disposed within liquid crystal for achieving a uniform cell gap between the color filter panel and the TFT panel of the LCD device. The pillar spacers are formed on the color filter panel and about the TFT panel at a portion of the gate electrode exposed from an opening of an organic overcoat.


Report a data error here

10



公告	申請日期: 9.30	案號: 91102505	92.5.16 修正 補充
類別: G02F 1/36			

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書		556035
一、 發明名稱	中文	在用來存放液晶的液晶盒中具有柱狀間隔物的液晶顯示器元件
	英文	LCD DEVICE HAVING PILLAR SPACERS IN A CELL GAP RECEIVING LIQUID CRYSTAL
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 佐佐木健 2. 半實貴久
	姓名 (英文)	1. Takeshi SASAKI 2. Takahisa HANNUKI
	國籍	1. 日本 2. 日本
	住、居所	1. 日本國東京都港區芝五丁目7番1號 日本電氣股份有限公司內 2. 日本國東京都港區芝五丁目7番1號 日本電氣股份有限公司內
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. NEC 液晶科技股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. NEC LCD Technologies, Ltd.
	國籍	1. 日本
	住、居所 (事務所)	1. 神奈川縣川崎市中原區下沼部1753番地
	代表人 姓名 (中文)	1. 奥野和雄
	代表人 姓名 (英文)	1. Okuno Kazuo
		

四、中文發明摘要 (發明之名稱：在用來存放液晶的液晶盒中具有柱狀間隔物的液晶顯示器元件)

一種LCD裝置，包括複數個置於液晶的柱狀間隔物，以得到在在該LCD裝置的彩色濾光面板與TFT面板之間均勻的液晶盒。該柱狀間隔物形成於彩色濾光片上，且在閘極電極自有機覆蓋層的開口中曝露的部份，與TFT面板相接。

英文發明摘要 (發明之名稱：LCD DEVICE HAVING PILLAR SPACERS IN A CELL GAP RECEIVING LIQUID CRYSTAL)

A LCD device includes a plurality of pillar spacers disposed within liquid crystal for achieving a uniform cell gap between the color filter panel and the TFT panel of the LCD device. The pillar spacers are formed on the color filter panel and abut the TFT panel at a portion of the gate electrode exposed from an opening of an organic overcoat.



本案已向

國(地區)申請專利

日本 JP

申請日期

案號

主張優先權

2001/10/16 2001-317593

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

本發明係有關於一種具有均勻液晶盒之液晶顯示 (LCD) 裝置，更特別地，關於置於LCD裝置之液晶中的柱狀間隔物之結構的改善。

LCD裝置已被增加地使用在各種應用中。LCD裝置具有一對相對基板，在其間定義出用來存放液晶的液晶盒。放置一對電極，其間夾置液晶，以施加跨過液晶的電壓，藉以控制液晶(LC)分子的排列，以在LCD裝置的前面板上顯示影像。大量如球狀間隔物或柱狀間隔物的間隔物置於二者面板之間，以不管施加在面板之間的外界力量而維持均勻的液晶盒。

第9圖係顯示習知LCD裝置，包括一包括彩色濾光片基板11之彩色濾光面板，一包括TFT基板12之TFT面板，以及封裝於彩色濾光面板和TFT面板12之間形成的液晶盒13中之LC層13。複數個畫素以在欄和列方向上的電極線而定義在TFT面板上。各個畫素包括畫素電極，共電極，以及用以驅動畫素電極之薄膜電晶體(TFT)。

黑色矩陣膜15，彩色膜16，和覆蓋膜17連續地形成於彩色濾光片基板11上。置於TFT之列的間極電極線25形成於TFT基板12上。在彩色濾光片基板11的黑色矩陣膜15的區域中，亦即，在有效畫素電極的區域以外，柱狀間隔物20A自覆蓋膜17朝向TFT面板延伸，以鄰接形成於TFT基板12上的間極電極25。

第10圖所示為另一習知LCD裝置，類似於第9圖之習知LCD裝置，除了柱狀間隔物20A的架構在另一習知LCD裝置



五、發明說明 (2)

中，係自開極電極25朝向彩色濾光面板延伸，以鄰接在彩色濾光基板上的覆蓋膜17以外。

在第9和10圖二者之習知LCD裝置中，由於彈性柱狀間隔物20A之壓縮應力與施加在彩色濾光片基板11和TFT基板12之間的壓縮負載之間的平衡，液晶盒維持在特定的距離。

在二者習知LCD裝置中有一個共同的問題，即柱狀間隔物20A的高度，即使使用彈性樹脂材料作為柱狀間隔物20A，仍會受窄液晶盒13具有不充足的彈性力量所限制。在此情況下，柱狀間隔物20A對其較小的變形而可具有更大的應變，且若應變超出特定變形率，會受到超出彈性變形範圍的彈性變形。

此外，柱狀間隔物20A當隨著液晶盒13的距離，由於LCD裝置的溫度變化而造成液晶14的擴張和收縮而改變時，難以擴張和收縮。更明確地，更高的LCD裝置週圍溫度，使液晶14擴張且使具有不充足之某些柱狀間隔物20A的擴張之液晶盒13的距離增加，因而造成顯示螢幕的變形。另一方面，較低的LCD裝置之週圍溫度，收縮液晶14而較少收縮柱狀間隔物20A，因而造成LC層14的真空狀態而造成真空氣泡。

而且，施加在二者基板11和12之間的外界力量，有時會由於鄰接的柱狀間隔物20A，而造成黑色矩陣膜15，彩色膜16，或覆蓋膜17的塑膠變形，因而造成LCD裝置的局部色彩變化。



五、發明說明(3)

由以上觀點，本發明的目的之一，在提供一種LCD裝置，可抑制由置於液晶中之間隔物所造成的變形和色彩變化。

本發明提供一種液晶顯示(LCD)裝置，包括：第一和第二面板，彼此相對而形成一液晶盒於其間，各個該第一與第二面板包括一基板和至少一第一膜，覆蓋在該基板上與該液晶盒相鄰接；液晶，填充於該液晶盒中；以及複數個柱狀間隔物，置於該第一面板和該第二面板之間的該液晶中，該柱狀間隔物在形成於該第一膜中之開口而曝露出的位置上，與該第一面板相接觸。

根據本發明之LCD裝置，由於在第一膜中之開口的存在，柱狀間隔物的高度可以第一膜的厚度而增加，因而柱狀間隔物具有大彈性力量，且因此減緩液晶盒的變化。該柱狀間隔物可形成於第一面板或第二面板之一上。

本發明之上述及其他目的，特徵，和優點，將參照所附圖式，對本發明作更詳細的說明。

實施例

現在，本發明將參照所附圖式更詳細說明如下，其中類似的構成元件以類似的編號表示。

請參照第1圖，一LCD裝置或LCD面板組成物一般以編號10表示，根據本發明之第一實施例，包括包括彩色濾光片基板11之彩色濾光面板18，包括TFT基板12之TFT面板19，以及包括LC分子14且填充於彩色濾光面板18和TFT面板19之間的液晶盒13中之LC層。提出如配向膜之某些膜為



五、發明說明 (4)

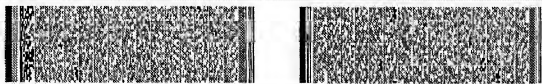
了簡化的目的在此省略。LCD裝置10具有相對較高的有效開口率值，且在同平面切換(IPS)模式中操作。

彩色濾光片基板11在其上設置黑色矩陣膜15，彩色膜16，和覆蓋膜17，以此次序置於彩色濾光片基板11上。在黑色矩陣膜17所形成的區域中複數個柱狀間隔物20形成在其特定的位置於覆蓋膜17上，並朝向TFT面板19延伸。柱狀間隔物20的頂端鄰接形成於TFT基皮2上的閘極絕緣膜40。柱狀間隔物20在其縱向剖面上具有梯形形狀，且在其橫向剖面上具有橢圓形狀。柱狀間隔物20例如由負型的丙烯酸感光樹脂所製成。丙烯酸感光樹脂可為由JSR(日本合成橡膠)公司所提供之NN-777。

複數條閘極電極線25和複數條共電極線26，在TFT基板12上彼此平行延伸。有機絕緣膜39形成於覆蓋閘極電極線25和共電極線26之閘極絕緣膜40上。有機絕緣膜39其中具有複數個開口37A，各自曝露出在柱狀間隔物20鄰接於閘極絕緣膜40之閘極絕緣膜的部份。

請參照第2圖，在本發明之LCD裝置10中的TFT面板19具有導電線，包括複數條在欄方向中延伸的第一共電極線22，複數條在各個第一共電極線22下方延伸的資料線23，複數條在列方向中延伸的閘極電極線25，以及複數條平行於閘極電極線25延伸且經由穿透孔連接至第一共電極線22的第二共電極線26。第一共電極線22和第二電極線26定義出畫素區域陣列。

在各個畫素區域中，複數個梳狀畫素電極27的突齒平



五、發明說明 (5)

行於複數個梳狀共電極29的突齒而延伸，其連接至第二共電極線26之一。各個畫素具有一TFT 34，其包括做為閘極電極線25之一部份的閘極電極，自梳狀畫素電極27延伸之源極電極31，以及連接至對應資料線23的汲極電極35。

如上所述，柱狀間隔物20鄰接閘極絕緣膜40。換言之，柱狀間隔物20經由閘極絕緣膜40在自有機絕緣膜39之開口37A曝露的部份鄰接閘極電極25。以柱狀間隔物20的頂端37鄰接的位置，位在畫素區域外側，且位在具有相對較高硬度的閘極電極線25上。

第3A，3B，和3C圖各自係顯示取自第2圖中之Aa-Ab，Ba-Bb，和Ca-Cb線的剖面圖。提出第1圖係取自經過第2圖中柱狀間隔物20之Da-Db線。在第3A圖中所示之畫素區域中，閘極絕緣膜40，非有機絕緣膜41，和有機絕緣膜39，連續地形成於TFT基板12上。第一共電極線22，共電極29，和由透明銦錫氧化物(ITO)製成之畫素電極27，形成於有機絕緣膜39上。

在第3B圖之TFT區域中，閘極絕緣膜40，非晶矽層33，間層介電膜38，源極/汲極電極35和31，非有機絕緣膜41，和有機絕緣膜39，連續地形成於TFT基板12上。在第3C中所示之畫素區域中，閘極絕緣膜40，非有機絕緣膜41，和有機絕緣膜39以此次序形成於TFT基板12上。

如將由第3A至3C圖所了解，該等TFT面板19的區域不適於放置柱狀間隔物20，因為具有較高硬度的閘極電極線25，在有機絕緣膜39獨自蝕刻之後並未曝露出。因此，第



五、發明說明 (6)

1 圖中所示之區域，亦即，第2圖中所示在閘極電極線25上的區域，用以放置柱狀間隔物37，因為覆蓋閘極電極線25的閘極氧化膜40，在有機絕緣膜39獨自蝕刻之後被移除了。

在本實施例中，如自第3A至3C圖中所了解的，柱狀間隔物20並不放置在TFT 34的附近，閘極電極，源極電極31，和汲極電極25彼此相遇的地方。此架構降低TFT 34的電晶體特性，由於柱狀間隔物20之摩擦而造成的絕緣膜帶電化而改變。

此外，因柱狀間隔物20並不置於在如接觸孔之曝露表面的段差附近，可正確地維持柱狀間隔物20的高度，因而液晶盒13的距離可為正確的。此亦可減低由柱狀間隔物20在製造期間在平行於面板表面方向上的摩擦之可能性，且可減輕在將面板接合在一起的步驟之難度。雖然在本實施例中，柱狀間隔物20的存在，使其難以在其接合之後，修正面板18和19二者之間的位置關係，但此可藉由減少位置關係本身的修正，而減少漏光的發生。

請參照第4圖，係顯示第1圖之LCD裝置的另一剖面，其中未放置柱狀間隔物20。TFT基板12設置偏光片46在其外側表面上，且設置閘極絕緣膜40，非有機絕緣膜41，有機絕緣膜39，和配向膜47，連續地形成在TFT基板12的內側表面上。

彩色濾光片基板11設置導電膜50和51在其外側表面上，且連地設置黑色矩陣膜15，為紅，綠，或藍之一的彩



五、發明說明 (7)

色膜16，覆蓋膜17，和配向膜49，在彩色濾光片基板11的內側表面上。在配向膜47和49之間，液晶盒13在其中接受液晶14。

在本實施例中，形成柱狀間隔物20的製程，將在後文中參照第4圖作說明。閉極絕緣膜40，非有機絕緣膜41，和有機絕緣膜39，連續地形成在TFT基板12上，接著製形配向膜47和有機絕緣膜39，以在其中的特定位置形成開口(第1圖中之37A)。

黑色矩陣膜15，彩色膜16之一，和覆蓋膜17，形成在彩色濾光片基板11上，接著塗佈具有負型之丙烯酸感光樹脂之覆蓋膜17。丙烯酸感光樹脂膜接著受到曝光和顯影以製形而形成具有均勻高度的柱狀間隔物20。因與習知柱狀間隔物20A相比，柱狀間隔物20具有較大高度，對應於有機絕緣膜39之厚度的值。在本實施例中的柱狀間隔物20具有比習知LCD裝置較高的彈性。該較大的柱狀間隔物20之彈性，以較佳的穩定性支持液晶盒13。

之後，包括基板11的彩色濾光面板18，和包括TFT基板12之TFT面板19，以數個微米的液晶盒距離接合在一起。液晶14接著注入液晶盒13中，並以封裝結果面板18和19的外側週圍而囊封於其中。

在本實施例的架構中，柱狀間隔物20的高度，以在TFT基板12上有機絕緣膜39中形成開口37A而增加。此降低柱狀間隔物20對應於特定凹陷或收縮量之應變。亦即，柱狀間隔物20具有較大的彈性和較大的最大彈性變形量，



五、發明說明 (8)

因而液晶14由於氣氛溫度的升高或降低而擴張或收縮，使柱狀間隔粒適於隨著液晶盒13而擴張或收縮。此避免在較低溫度下液晶14中的真空氣泡。

在其中柱狀間隔物20以一非有機閘極絕緣膜40之插入物而鄰接閘極電極25的結構中，確保液晶盒13比柱狀間隔物鄰接於具有較低硬度的有機絕緣膜39，具有更均勻的距離。

在上述實施例的結構中，柱狀間隔物20形成於彩色濾光面板18上之覆蓋膜17上。然而，柱狀間隔物20可形成於彩色膜16或黑色矩陣膜15上，曝露自形成於覆蓋膜17中的開口或形成於覆蓋膜17和彩色膜16中的開口。此進一步增加柱狀間隔物20的高度，並增加柱狀間隔物20的彈性。

請參照第5圖，根據本發明第二實施例的LCD面板，類似於第一實施例的LCD面板，除了LCD面板的操作模式和柱狀間隔物形成於其上的基板以外。本實施例的LCD面板以扭轉向列模式操作。在此提出有機絕緣膜39的說明，為了簡化的目的在此省略。

黑色矩陣膜15，彩色層16，和覆蓋膜17，連續地形成於彩光濾光片基板11的內側表面上，其在TFT面板19A上閘極電極65的相對位置上具有一開口54。開口54係以在黑色矩陣膜15中形成開口15a，與開口15a重疊而形成開口16a，且製形成覆蓋膜17以蝕刻在開口16a形成相同開口。開口54自其曝露彩色濾光片基板11的一部份，其上形成柱狀間隔物20。柱狀間隔物20自彩色濾光面板11A朝向TFT面板



五、發明說明 (9)

19A 延伸，且直接鄰接極電極線65。

請參照第6A圖，在第二實施例中的TFT基板11，其上設置複數條在欄方向上延伸的資料電極線62，複數條在列方向上延伸的閘極電極線65，以及複數個由相鄰的閘極電極線65和相鄰的資料電極線62所定義之畫素。各個畫素包括具有大致上相等於畫素之有效面積之面積的透明畫素電極68，以及對應於畫素電極68而置於畫素之角落部份的TFT 64。TFT 64包括自對應閘極電極線65延伸的閘極電極，連接至對應畫素電極68的源極電極，以及自對應資料電極線62延伸的汲極電極69。

請參照第6B圖，說明第6A圖中所示之TFT面板19A，閘極絕緣膜70形成於TFT基板12上，使資料線62在其上延伸。薄非有機絕緣膜71形成於閘極絕緣膜70和資料線62上，且透明畫素電極68在由相鄰資料線62所定義的位置，形成於非有機絕緣膜71上。

柱狀間隔物20置於畫素區域，亦即畫素電極的範圍的外側，且具有各個頂端表面67鄰接於具有較高硬度的閘極電極線65。

請參照第7圖，自第二實施例修改，使得柱狀間隔物20形成於閘極電極線65上，延伸且與彩色濾光片基板11開口54曝露的部份鄰接，類似於第5圖中的開口54。

請參照第8圖，自第二實施例另一修改，使得柱狀間隔物20在開口54A穿透黑色矩陣膜15，彩色膜16和覆蓋膜17，以鄰接至形成於TFT面板19C上的閘極電極線65。更明



五、發明說明 (10)

確地，柱狀間隔物20在黑色矩陣膜15，彩色膜16和覆蓋膜17形成之前，形成於彩色濾光片基板11上。柱狀間隔物20由具有可濕性比黑色矩陣膜15，彩色膜16和覆蓋膜17之材料低的材料製成。此柱狀間隔物20材料之例子包括矽基樹脂和氟基樹脂，如相對於水1具有30度或更高之接觸角度。此具有較低可濕性的材料可用作為柱狀間隔物20的整體，或可用作為覆蓋柱狀間隔物20主體之表面的覆蓋膜。

在示於第8圖之另一修改中，在柱狀間隔物20形成於彩色濾光片基板11上之後，黑色矩陣膜15，彩色膜16和覆蓋膜17連續且選擇性地形成於柱狀間隔物20所形成之區域以外的區域中，藉以使柱狀間隔物20自覆蓋膜17在開口54A突出，以鄰接在TFT面板19C上的開極電極線65。此亦增加作為彈性元件之柱狀間隔物20的有效高度。

如上所述，本發明可獲得顯示面板之缺陷的抑制，或由柱狀間隔物彈性不足所造成的亮度變化。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

第1圖係顯示根據本發明之第一實施例的LCD裝置之剖面圖；

第2圖係詳細顯示第1圖中所示之TFT基板上形成的畫素之一的TFT面板之前視圖；

第3A，3B，和3C圖各自係顯示取自第2圖中之Aa-Ab，Ba-Bb，和Ca-Cb線的剖面圖；

第4圖所示為取自第1圖之LCD裝置的另一線之另一剖面圖；

第5圖所示為根據本發明之第二實施例的LCD裝置之剖面圖；

第6A圖所示為第5圖中所示之TFT基板上形成的畫素之一的TFT面板之前視圖，而第6B圖所示為取自第6A圖中Ea-Eb線的剖面圖；

第7圖係顯示修正自第二實施例的剖面圖；

第8圖係顯示另一修正自第二實施例的剖面圖；

第9圖所示習知LCD裝置的剖面圖；以及

第10圖所示為另一習知LCD裝置的剖面圖。

[符號說明]

- | | |
|------------|-------------|
| 10~液晶顯示裝置； | 11~彩色濾光片基板； |
| 12~TFT基板； | 13~液晶盒； |
| 14~液晶； | 15~黑色矩陣膜； |
| 15a~開口； | 16~彩色膜； |
| 16a~開口； | 17~覆蓋膜； |
| 18~彩色濾光面板； | 18A~彩色濾光面板； |



圖式簡單說明

- | | |
|-------------|-------------|
| 18B~彩色濾光面板； | 18C~彩色濾光面板； |
| 19~TFT面板； | 19A~TFT面板； |
| 19B~TFT面板； | 19C~TFT面板； |
| 20~柱狀間隔物； | 20A~柱狀間隔物； |
| 21~畫素； | 22~第一共電極線； |
| 23~資料線； | 24~穿透孔； |
| 25~閘極電極線； | 26~第二共電極線； |
| 27~梳狀畫素電極； | 29~梳狀共電極； |
| 31~源極電極； | 33~非晶矽層； |
| 34~TFT； | 35~汲極電極； |
| 37~頂端； | 37A~開口； |
| 38~間層絕緣膜； | 39~有機絕緣膜； |
| 40~閘極絕緣膜； | 41~非有機絕緣膜； |
| 46~偏光片； | 47~配向膜； |
| 49~配向膜； | 50~導電膜； |
| 51~偏光片； | 54~開口； |
| 54A~開口； | 61~畫素； |
| 62~資料電極線； | 63~非晶矽層； |
| 64~TFT； | 65~閘極電極線； |
| 66~源極電極； | 67~頂端表面； |
| 68~透明畫素電極； | 69~汲極電極； |
| 70~閘極絕緣膜； | 71~非有機膜。 |



六、申請專利範圍

1. 一種液晶顯示(LCD)裝置，包括：

第一和第二面板，彼此相對放置以在其間形成一液晶盒，各個該第一和第二面板，包括一基板和至少一覆蓋該基板而相鄰於該液晶盒的第一膜；

填充該液晶盒中的液晶；以及

複數個柱狀間隔物，置於在該第一面板和該第二面板之間的該液晶內，該柱狀間隔物與該第一面板，在該第一膜中形成的一開口所曝露出的位置上，與該第一面板接觸。

2. 如申請專利範圍第1項所述之LCD裝置，其中該第一和第二面板，各自為薄膜電晶體(TFT)面板和彩色濾光面板，且該第一膜為一有機絕緣膜。

3. 如申請專利範圍第2項所述之LCD裝置，其中該柱狀間隔物形成於該第二面板上，且鄰接於該第一面板。

4. 如申請專利範圍第2項所述之LCD裝置，其中該柱狀間隔物形成於該第一面板上，且鄰接於該第二面板。

5. 如申請專利範圍第1項所述之LCD裝置，其中該第一和第二面板，各自為彩色濾光面板和薄膜電晶體(TFT)面板，且該至少一第一膜包括黑色矩陣膜，彩色膜，和覆蓋膜。

6. 如申請專利範圍第5項所述之LCD裝置，其中該開口以製形該黑色矩陣膜，彩色膜，和覆蓋膜而形成。

7. 如申請專利範圍第5項所述之LCD裝置，其中該開口在形成該柱狀間隔物之後形成該黑色矩陣膜，彩色膜，和



六、申請專利範圍

覆蓋膜而形成。

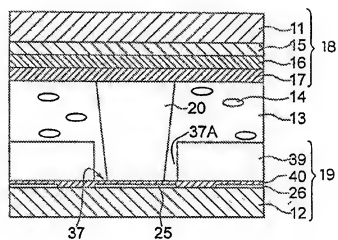
8. 如申請專利範圍第7項所述之LCD裝置，其中該柱狀間隔物的至少一表面，由對應於水具有30度或更高之接觸角度的材料製成。

9. 如申請專利範圍第1項所述之LCD裝置，其中該柱狀間隔物置於薄膜電晶體所形成的區域的外側或其附近。

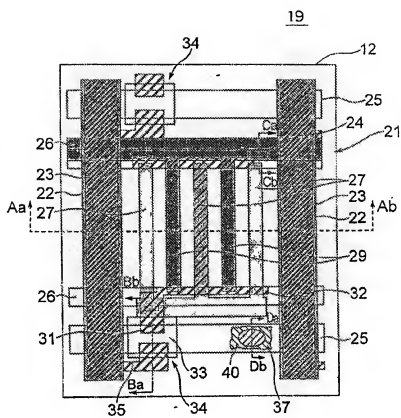
10. 如申請專利範圍第1項所述之LCD裝置，其中該柱狀間隔物不在階段差別的區域或其附近形成。

11. 如申請專利範圍第1項所述之LCD裝置，其中該柱狀間隔物在自形成於該第二面板之該第一膜中之開口曝露的位置，與該第二面板相接觸。

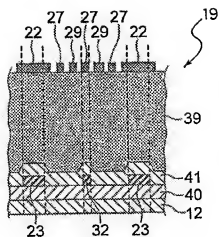


10

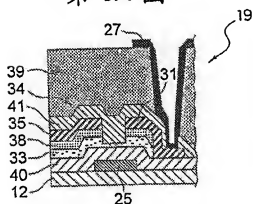
第 1 圖



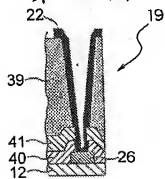
第 2 圖



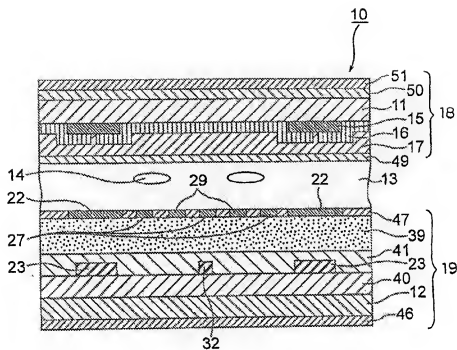
第 3A 圖



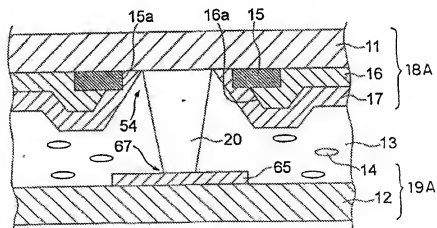
第 3B 圖



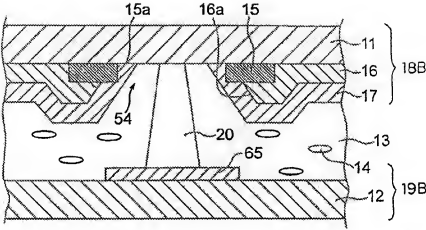
第 3C 圖



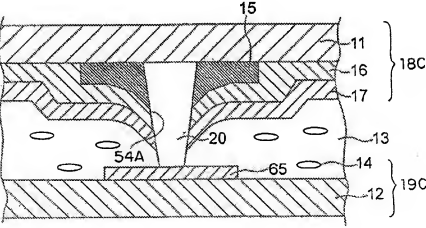
第 4 圖



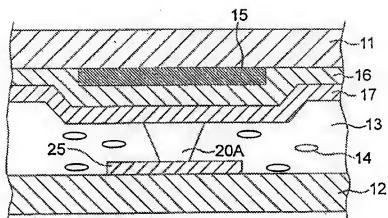
第 5 圖



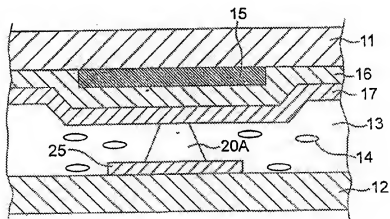
第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖



第 10 圖